



どうやって使う？ ビブラートマシン

VIB CHORUS

注:ここ「番外地2丁目」の記事からコピーするのは不可能です。
製作記事ではなく製作レポートとして読んでください。

VIB CHORUS



本来、発表すべきではない機材
 (「製作記事」ではないからです)
 希少パーツ、オリジナルパーツを
 惜しげもなく！使った
 凶器のビブラートマシン。
 もちろん美しいコーラスにもなります
 まあ、ひとつの製作レポートということで。

■ なんにもしないぞ！ ■

ver.3 が出て、ほっと一息だったかといえ、テンションは相変わらず高いまま。過去にもそういう状況があって、調子に乗って仕事を続けたら救急車で入院騒ぎになった。どうも私は自分の疲労度を自覚できない体質らしい。救急車に乗るのは楽しいが、できれば入院は遠慮したい(せめて禁煙でなければいいんだけど……)。

そこで、強制的に思い切り休むことにした。映画を観まくって音楽を聴き、聊齋志異を読み直して……食って寝て、食って寝て、仕事は絶対にしない、なんていうことを計画した。

最初の2日はジム・ジャームッシュとゴダールの映画を観直して、3日目はテオ・アンゲロプロスにしたたら何故か集中できない。雑念が入る。アレクサンダー大王が悪かったのか？ 旅芸人の記録なら大丈夫だったのか、それはわからないけど、もう遅い。無性に何か作りたくなってきた。それも、できるだけ大きな機材。36chのレコーディング卓でもいいぜ！の気分。

考えてみれば、妙なプレッシャさえなければ製作は純粋に楽しい。製作記事にしようとするからいけな。好き勝手に作るなら、これ以上の娯楽はない。それに、買い溜めたパーツがかなりあるから、新たな出費はコテの電気代のみ！。映画は好きだが、製作の合間に観るから楽しいのであって、ハンダゴテを封印するほどの魅力はないのだ。好きなものを勝手に作る。それこそ気分転換ではないか！ そうだそうしよう！

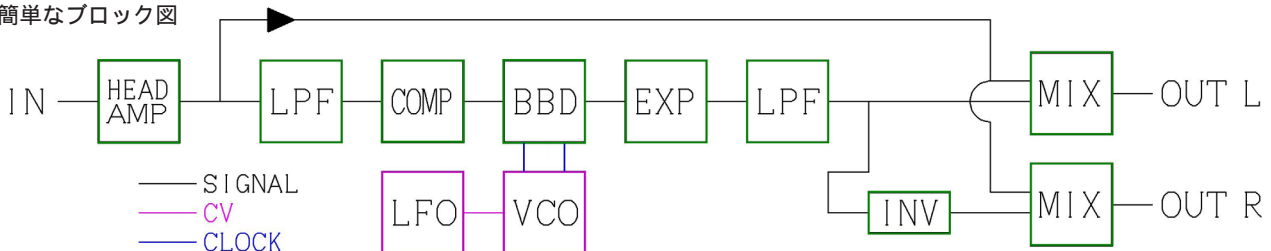
そして、いきなり描いたブロック図がこの機械。まともなコーラスにもなるけれど、狙いはビブラート。エフェクタというより効果音発生器だろう。音程ぐによぐによ、原音皆無。どう使う？ 今回は作ることが第一義であって、使い方は考えないのだ。

実はずっと昔、藤商が閉店する前、製造中止の報を受け、有り金はたいて買ったMN3005と3008が、それぞれ10個くらいずつある。もう入手困難なので製作記事には使えない。ヤフオクで売っ払うのも一手だが、せっかく買ったのだから自分で使いたい。コンパンドの570・571もあることだし。

さらに、去年の正月、chuckさんに作ってもらった、対数変換されたサイン波がいきなり出てくるLFO用のマイコン石(8ピンDIP)という強い味方もある。この石からは見事に対数化されたサイン波が出てくる。簡単なトレモロで試したところ、ものすごく自然に音量変化した。AカーブのVRを回している感じ。ということは、これで音程変化させれば美しい？ビブラートになることは十分に期待できる。

ディスコン石とオリジナル石、これでは絶対に製作記事にならない。だからこれは製作レポート。「こんなの作りました」なのだ。使える部分があったら切り張りの材料にでも使っていただきたい。ユメユメBBDを手に入れようとか、chuckさんを脅迫しようとか考えないこと。よろしく。

図1 簡単なブロック図





■ 考えたこと ■

全体の構成は、まったく悩まずに図1になった。エフェクトが常軌を逸してかかればいいだけなので構成自体はシンプル。図1は信号等の流れだけを追ったものだから、とても大雑把だ。位相を考えたリコントロール類をどこに付けるかなどを言い始めると、ブロック図は複雑怪奇になってくる。

図1で工夫したのはコンパンダ(コンプレッサとエキスパンダ、図ではCOMPとEXP)の位置。BBDの両側に、挟み込むようにした。普通の遅れモノではBBDの両側にフィルタが来て、それら全部を挟むようにコンパンダを配置するのが定石。どうしてなのか? 考えてもよくわからない。リクツからすればどっちでも同じだし、後述するBBDの基準レベルの面からは図1の方が適していると思うのだが、これはわからない。ま、図1でもきれいに鳴っているので問題はないのだろう。

それよりもっと基本的な仕様として、全体の電源を±15Vの二電源にする。9V単一電源の呪縛から逃れたかったし、そもそもオペアンプは二電源で使うのが基本だと思っている。そして、あまり無理のない程度の高電圧がいい。ダイナミックレンジを気にしないで済むからだ。言い方を換えれば、無茶な増幅をしない限り電源電圧によってクリップされなくなり、設計の自由度は増す。まあ、どっちみちこの機材の消費電流は大きく、電池では賄いきれないだろう。外部電源仕様が必至とすれば電源電圧は好きにできる。で、BBDの仕様に合わせてプラス側は+15Vで決まり。そうするとマイナス側は-15Vになる。もちろんプラスとマイナスで違った電圧にしてもいいが、昔々の702を使うわけじゃなし、絶対値を同じにしておけば無用な思考は要らない。

外部電源も作るの? となると、製作記事では嫌われるだろう。箱が2個になって金がかかり、どことなく面倒臭そう。そういった気分を否定はしないが、電源を別ケースにすれば面倒の10倍くらいのメリットもある。AC100Vのハムを心配しなくてよくなって、配線もその分ズボラにできる。配線で気にするのは、線間で信号が飛び移るのをケアするだけ。私は別箱の電源は大好きだ。

出力はステレオ。もちろんどちらか片方のチャンネルだけでモノラル出力にもなる。モノラルで使うなら何の問題もないが、ステレオでは、もしかすると期待とは違った効果になる。どういうことか説明しよう。

この機材のステレオ出力は図1でもわかるように、原音に正相と逆相のエフェクト音を足して作っている。左右の成分が異なるから、これは立派にステレオになりそうだ。ところがステレオになるのはエフェクト音だけで、たとえばヘッドフォンで聴くと原音はセンターに定位し、左右にビブラート音が広がる、という分離現象が生じる。

もっとも、大音量のPAでなら音は混ぜこぜになって、いい感じのステレオになるかもしれないが。

エフェクト音を正・逆相で原音に足す方法には、この弱点がある。それをわかっていて、敢えて採用したのは、「ステレオで使う場合は卓を通すでしょう」という勝手な前提から。卓に立ち上げればどんな料理もできる。

メーカー製コンパクトエフェクタでステレオ出力にする場合、片チャンネルからは原音のみ、もう片方からエフェクト音だけを出し、空間でコーラスを合成する方法を採っている。簡単だしライブ志向だ(でもヘッドフォンで聴いたらどうなる?)。

BBDは2048段のMN3008。得られる遅延時間はクロック周波数が100kHzのとき10.24mSec、10kHzで102.4mSec。ディレイマシンには短かすぎ、コーラスには長すぎる半端な石だ。買ったときに用途も考えず「段数が多いほど使えるだろう」と浅墓に思ったのがいっぱい持つ理由。でもまあ、10~20mSecあたりはコーラスに向いているし、変態ビブラートにならちょうどいいはず。3005とピン配置が同じなので、差し換えても遊べる。

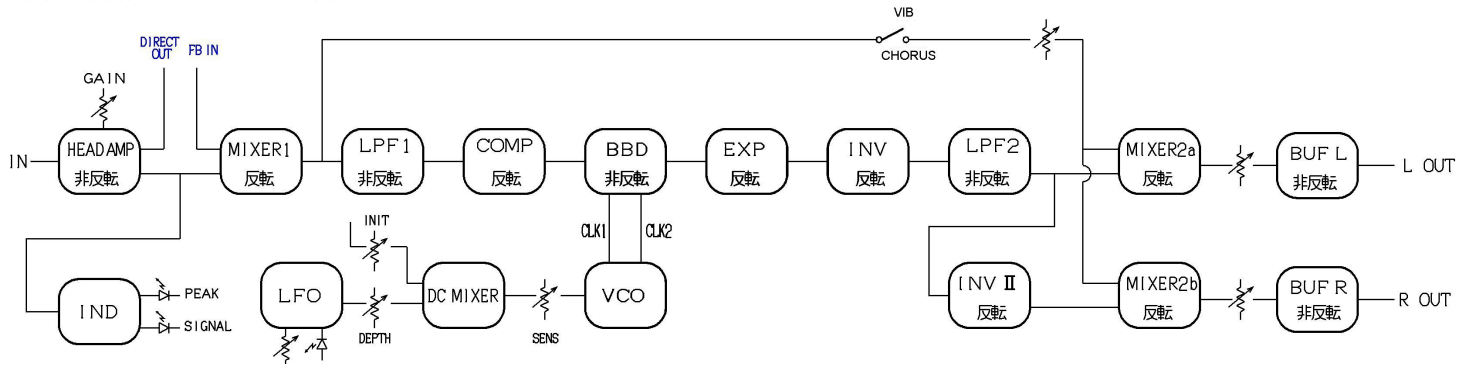
ビブラートとコーラスなら長い遅延時間は要らない。短い方を主に使うことになる。ということはクロックを限界まで下げずに済み、信号周波数帯域を広く取れる。目の子の予定では、クロックの最下限を20kHzあたりにしたい。そうすればフィルタ周波数も上げられる。約7kHzのフィルタに決めた。それでも50mSecの遅延になるから、これは十分にヘンな音になるだろう。

あわよくばクロックを1MHzまで上げて遅延時間を1mSecまで縮め、フランジヤにもならないだろうか? と妄想した。結果を先に書くと、これはダメだった。BBDが正しく動くクロックの上限が150kHz辺りまでで、それ以上だと信号は歪むしレベル低下も著しい。昔実験したときには、もっと高いクロックまで動いたと憶えているのだが、何かの勘違いか、それとも天気のせいかな。

ブロック図を描き始めたときから基板設計の段階まで、フィードバックをかけるかどうか迷っていた。私なら無条件にかけるだろうって? まあたしかに。でも、ビブラート機能をメインにするならフィードバックは無い方が美しくなる。それに、ケースには多数のツマミが付きそうだし……。結局フィードバックは無しにしたけれど、基板にはフィードバック用の穴もあるし加算抵抗も付いている。

この他、心に誓ったのは、手持ちの部品、それも本当に手近にあるパーツだけで作ること(=押し入れの中まで探さない)と、基板は一発勝負、作り直すのは面倒だから、必ず最初の基板で完成させること。なにしろ「作るために作る」無用な機材なのだから、気苦労は皆無にしたいし、労力も最小限にすること。

図 2 回路に即したブロック図



■ ブロック構成 ■

実際には図 1 を描いて、すぐに回路図を描き始めた。小型エフェクタばかり作っていると、そういう悪いクセが付く。本当なら図 2 のような構成をキッチリ考えて、それから回路を描くべきなのだろうが、趣味の分野では何でもアリ。図 2 は回路を描きながら並行して描いたものだ。

図 1 にくらべて少し複雑になっている。位相を考慮したのでこうなる。やっぱり原音は、入力と同位相で出力されなければ気持ち悪いだろう。BBD でディレイさせた音に位相など無関係とも思えるけれど、ここは律儀に BBD 出力を正相として考えることにした。今見直すと、エキスパンダ (EXP) の後の反転バッファは絶対に不要だとわかる。何で入れたんだろう？ (コンパンド IC、571 の出力は、オペアンプの 741 と同等)。そうか、わかった、オペアンプの片側を余らせてたくなかったからだ、と強引に説明しておこう。

● HEAD AMP

この機械には楽器が直接入るのか、卓からのラインが入るのか、まったく考えていない。で、アタマには可変ゲインアンプを持ってきた。ごく普通のエフェクタ入力段と同じものだ。ただし、ここでレベルを上げてやってもコンプレッサで圧縮されるから、BBD にどういレベルで入るかはわからない (計算できるけど面倒)。でもまあ、とりあえずゲイントリムを付けておいても悪くはない。

● レベルインディケータ (IND)

電源が ± 15V なので、回路の途中で歪むことはまずない。しかし BBD では歪む。最大入力が 1Vrms 程度だからだ。フィードバックで発振させてメチャクチャな音を作るならともかく、通常は BBD を歪ませたくない。インディケータで監視できるようにした。

LED は緑と赤の 2 個。HEAD AMP 出力が -40dBV 程度で緑の LED が点き、BBD が歪みかけるレベル (約 1V = 0dBV) で赤が点くようにする。緑の役割は「信号が来てますよ〜」だから点灯レベルはシビアではないが、赤の方は、あまりウソのレベルで光ってくれても困る。そこで、ここには半固定を使って、点灯レベルを微調整できるようにした。

HEAD AMP 直後で信号レベルを検出するには問題がある。本機では、最終的にフィードバックを用いないことにしたからよかったものの、もしフィードバックをかけると、BBD に加わる信号レベルは HEAD AMP 直後ではわからない。レベル検出は BBD の入力部分で行なうべきだろう。というのがタテマエ論。でも、BBD が歪めば出音で

わかるはずだし、歪みも音の内だし、ね。

所詮 LED インディケータは光りモノのアクセサリ。無いよりマシだが深刻に思い悩むスジのものではない。

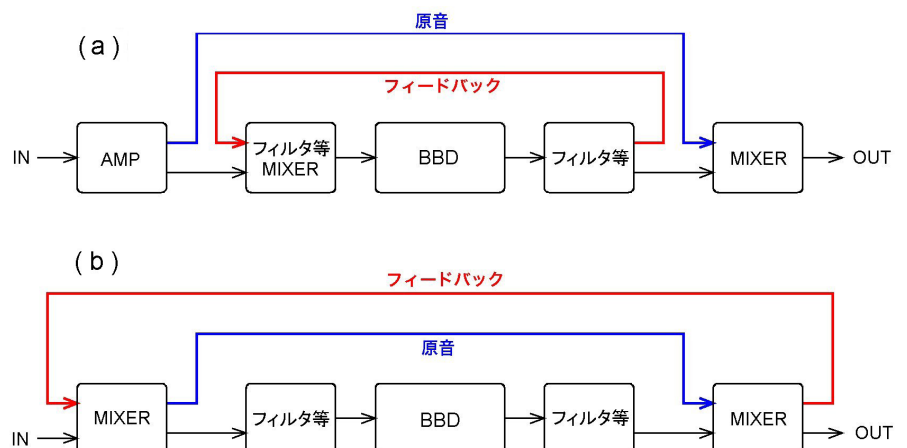
HEAD AMP 出力は、この他二手に分かれ、ひとつはダイレクトアウトになる。エフェクトオフ時の出力になるのだ。つまり、この機械ではトゥルーバイパスはできない。いや、最初は何となくトゥルーバイパス仕様で作っていた。考えが浅かった。というのは、もしもエフェクトオフ時に信号が入ってこなくなると、レベルインディケータがまったく点灯しないのだ。信号が来ないのだから当然だが、これは困る。非常に困る。エフェクトオンしたら、いきなり大入力があるかもしれない。それを予知できないならインディケータの意味はない。ということに作り上げてから気づき、あわてて改造に及んだ。基板にはトゥルーバイパス時に LED を点灯させるための FET とダイオードが残っている。東京の地下に存在するとされている、完成したまま使われなかった地下鉄の駅のように。

● MIXER 1

本来ここにミキサは必要ない……のだが付いている。フィードバックをかけるならここに、というミキサだ。しかし、現状のままではフィードバックはかけられない。その理由を以下に。

ディレイものでフィードバックをかける際の鉄則を略図にしたのが下の図 3。(a) が正しい方法、(b) はダメな例。どっちでもいようにも見えるが、(b) だと原音自体がループしてしまい、正相で戻れば発振するし、逆相だと打ち消しあって音量低下する。だから一般的には (b) ではうまく行かない。位相をしっかりと考えて、コントロール幅を絶妙にセットすれば (b) でもいいのかもしれないが、そこま

図 3 フィードバックのかけかた



でしてリスクな構成を選ぶ必然性はない。フィードバックは内側のループ、というのが基本。

ところで、図2のブロックで「FB IN」となっている箇所フィードバックを戻すとすると、原音の取り出し場所を変えなければならない。現状のように MIXER1 の出力からではなく、HEAD AMP 出力の「DIRECT OUT」から取り出さなければならない。同時に、フィードバックさせるエフェクト音は「LPF2」出力から持って来ることになる。どこからどう信号を戻してもいいわけではないし、どこに原音を加えてもいいのではない。かなり制約は多いのだ。この辺をしっかり考えないと、どこかチグハグで期待した効果が得られない、謎の構成ミスになる（熱くなって設計すると構成をミスっていること自体にも気付かないものだ）。

いくつもループを持った回路では、ミクスする信号のレベル、位相、状態など、いろいろと気にすることが多い。上記の方法でフィードバックをかけ、原音のミクスを行なうと、実は面白い現象が起きる。原音の位相が入出力で反転してしまうのだ。原音だけのルートを見ればわかるが、MIXER2 で位相反転して、そのまま出てきてしまう。最後のバッファを非反転ではなく反転にすれば避けられる。何故そうしなかったのか？ 私はこの後に別基板で DI の回路を組み、バランス出力にしようと考えていたからだ。そんな回路があれば、コールドから簡単なバッファを通して正しい位相の出力が得られる（というより、位相なんか気にしないで済む）。

フィードバックをやめたのは、基板完成後にいろいろと聴いてみて、やはりビブラートマシンには不要だと感じたからだ。フィードバックがなくても充分にヘンだ。ヘンな音はヘンなまま、美しく出してやりたい。コーラスのセッティングにすると、とても透明感のある音になり、これもフィードバックは不要。まあ、フィードバックをかければ、別の意味で凶器になるが、それは次の機会に。

ん、これが MIXER1 の説明？ ま、いいか。

● LPF1 と 2

ディレイ系エフェクタにローパスフィルタが必須なのはふたつの理由から。まず、BBD という野蛮な IC は入力可能な周波数の上限が決まっていること。使用した MN3008 では 10kHz が上限で、それ以上高い周波数の信号を入れるとどうなるかわからない（IC が壊れることはない）。不要な周波数成分は、普通は無視される程度だろうが、BBD の動作を思い起こせば高域成分がノイズに化ける可能性もあり得る。そこで、BBD に入る前に余分な高域を切ってしまう。これが「LPF1」の役目。

もうひとつの理由は、BBD を通過する（遅延された）信号の上限周波数はクロックによって決まる、ということ。BBD ではクロック周波数の 1/3 までとカタログには書いてある（標準化の定理では 1/2 までだが）。さらにクロックは信号に簡単に紛れ込む。それが可聴域ならピーという持続音になって耳障りだし、可聴域外であっても、PA のツイータを飛ばさないために切った方がいい。で、BBD の後に LPF を置き、紛れ込んだクロック成分を低減させる。これが「LPF2」。

今回のクロックは最下限でも 20kHz と決めた。可聴域ギリギリの周波数だが、コンパンダも使うことだし、経験からそれほどシビアに考えることもないと信じ、LPF は 2 個とも -18dB/oct の 3 段にした。クロックをもっと下げるなら、「LPF2」にはこんな生ぬるい特性ではなく -30dB/oct の 5 段かそれ以上が必要になる。

メーカー製のディレイ系エフェクタの多くでは、遅延時間を稼ぐために（ミュージシャンは、使いもしない長いディレイを欲しがらる

クロックを下げまくり、必然的にフィルタ周波数は下がり、「アナログディレイの音」になってしまう。これは BBD の音ではなくフィルタの音。これまで見た中には、クロック 5kHz、フィルタ周波数 1.7kHz なんているのもあった。いいけどね、エフェクタだから。でも私は嫌い。ディレイ音もキラキラ輝くべきでしょう。

●コンパンダ COMP/EXP

コンパンダは、そもそも電話の音を改善するために開発された技術。昔の技術者は電話の音を良くしたいと努力した。素晴らしいではないか！ 電話で愛を囁く人もいることを、昔の技術者は知っていた。めっちゃ狭帯域で D レンジは勝手に一定、おまけに遅延まくって会話さえ正常に成り立たない今の携帯電話に、音を良くする努力は微塵も感じられない。いわゆるスマートフォンなるオモチャが大増殖した時期から、この傾向はさらに顕著になった。そのうち携帯電話では会話などできなくなり、モールズで通信するしかなくなるだろうね。

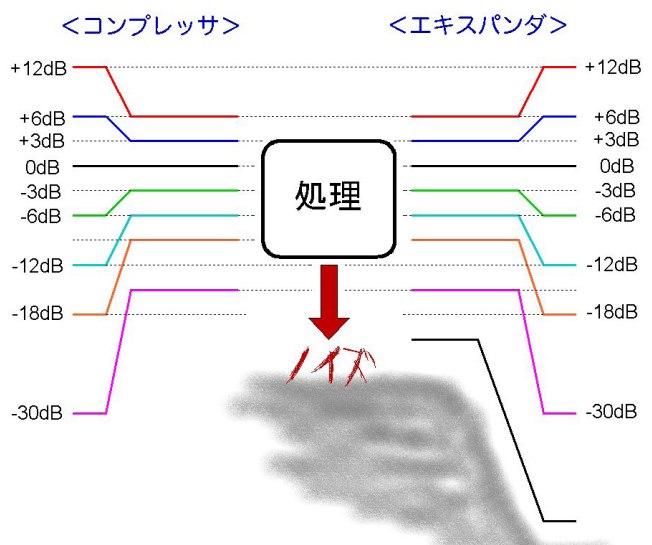
なんだっけ、そうだコンパンダだ。コンパンダは「コンプレッサ」と「エキスパンダ」を合わせた造語。それぞれの名前のエフェクタもある。ここで使うのは、両者を同じ特性で動かし、主にノイズを低減させる仕組みのこと。

使用 IC は NE571。ほぼディスコンの石だ。シグネティクスがオリジナルメーカーで、現在はフィリップスに買われて SA571 の型番で継続製作されているようだが、常に入手可能とは限らない。もっと入手難だが NE570 も同じに使える（カタログデータは同じ。どうして別の型番なの？）。じゃ、NE572 はというと、やはりコンパンダ石だけど、中身が少し違うので差し換えは不可。

動作をひとことと言えばダイナミックレンジの圧縮・伸張。少々わかりにくい。大きな音はそれほど小さくなく、小さな音をそれほど小さくなくする機能。ん？ますますわからなくなる。

図 4 がイメージ。あるレベルの信号が基準になる。図で 0dB というのがそれだ。頭の中で一定の振幅のサイン波を思い描いてほしい。できればそれが 0.775Vrms、つまり波高値が約 1V なら実情にととても合う。この信号がコンプレッサに入ったとき、出力には同じ振幅のサイン波が出てくる。つまり何も変わらない。次に、信号レベルを絞って半分の波高値 0.5V にしてみよう。出力には 0.5V ではなく、約 0.7V の信号が出てくる。もっと絞って、入力を 0.1V にしたら、出てくるのは約 0.3V の信号。さらに入力を 0.01V と小さくしても、出力には 0.1V の信号が出てくる。

図 4 コンパンダの仕組み



要するに、0dB以下の信号では、コンプレッサは「増幅」する。その増幅率は、入ってきた信号レベルによって決まり、レベルが小さいほど増幅率は大きくなる。これがコンプレッサ。エフェクタのコンプでも同じようなことをしているから理解しやすいだろう。結果として、音量の大小の差（ダイナミックレンジ）は狭まる。

では0dBより大きなレベルの信号はというと、コンプレッサでは減衰される。2Vの振幅の信号を入力すると出力は1.4Vになり、入力が10Vなら出力は3V程度になる。つまり減衰。こっちでもやはり音量の大小の差は縮む。

ダイナミックレンジの圧縮なんていうと難しいけれど、音量の大小の差を小さくするといえば、まあ理解の範囲。これが何の役に立つ？ いやいや、みなさんの聴いているテレビの音、CDの音、全部にこれがかかってます。特にJ-POPとかいう騒音やテレビのCMなんか、コンプ（とりミッタ）かけまくり。同じボリューム位置でも聴感上大きな音に聞こえたら、それはコンプ。非常に「実用的」なエフェクトなのです。

私自身が実用として使ったのは、クルマで聴く音楽を事前にコンプをかけてカセットに収録したことくらい。車内では小さな音は聴きにくいので実験的にやってみた（大昔の話）。60年代ポップスには最適だったが、横浜銀蠅はひたすらうるさくなっただけ。ラヴェルのボレロは単に環境音楽になってしまった。

話を元に戻して、何故BBDの前でコンプをかけるのか、について。

BBDというやくざな石は、信号を遅延させるという、他に類を見ない偉大な特長を持っている代わりに、その他の面ではかなりの劣等生。とてもオーディオの石とは思えない。通過可能な信号周波数の狭さは既にも書いた。そのうえ、最大入力信号レベルが1.0Vrmsと小さい。カタログ上のノイズレベルはそこそこだけれど、実際にはクロックが漏れるので微小信号はノイズまみれになる。

最大入力が小さく最小レベルが大きい、ということは、つまり扱えるダイナミックレンジは狭い、ということ。そこで、事前に信号のダイナミックレンジを圧縮した方がベターなわけ。もちろんコンパンド無しでも使えるが、救命具を着けずにタイタニックに乗るようなもの。幸運にも無事通過できればいいけどね。

もうひとつ図4で説明しておこう。書いてある数字の○dBというのは、信号レベルを業界標準仕様のdBで表わしたものだ。0dBを基準レベル（この場合、0.775Vrms）として、信号レベルの増減を○dBで示している。+なら基準レベルより大きく、-だと小さい。たとえば-6dBの緑の線を見てほしい。コンプレッサを通った後では-3dBに上がっている。-12dBの水色の線は、同じく-6dBに上がっている。つまり、571のコンプレッサでは、デシベルの数字の1/2に信号レベルが圧縮されるわけだ。前ページでは○Vと実数で書いてややこしかった。dBなら「全部が半分になる」で済む。知ってれば便利、知らないと意味不明でしかないのがdB。

こうして信号を「圧縮」し、BBDのお気に召す形に加工して、ご機嫌をとりながら働いてもらう。しかしそれでもBBDはクロック漏れでノイズを信号に混ぜ込んでしまう。これを除去（というより軽減）するのがコンパンドの後半部分、エキスパンダだ。

図4の右側が動作の概念。コンプレッサのちょうど逆と思えば正しい。たとえば-3dBの振幅の信号は-6dBに、-10dBの信号なら-20dBに減衰される。dBの数字で2倍になるのはまったく同じ。この操作を行なうと、信号レベルの少しの変化が大きな変化に変わる。ダイナミックレンジの「伸張」とはこのこと。

コンプレッサとエキスパンダの動作はまるっきりの正反対なので、たとえばコンプレッサの後にエキスパンダを直接つなげば、圧縮と

伸張でプラスマイナスゼロ。最初の信号と同じものが得られるはず。実際のところはエキスパンダでミストラッキングという現象が起き、とても小さな信号は伸張されずに消えてしまうのだが、この辺のバグを利用したのがVer.1のノイズゲート。でもまあここでは、そんな些細なこと？は無視して話を進めよう。

BBDでは信号に漏れ込んだクロックという新たなノイズが加わる。このノイズ、そのまま表に出れば、とても耳障りなやつで、その機材を使い続けるのがイヤになるほど。ただしノイズレベル自体は小さいのが普通だ。信号の主要部分よりはるかに小さいレベルでピーと鳴る。（人間は定常音に敏感。だからうるさく感じる）。

エキスパンダでは、この漏れたクロックのレベルをdBで半分まで減衰させる。たとえば漏れクロックレベルが-30dB（基準レベルの約1/30）なら、それを-60dBまで小さくする。-60dBというのは基準レベルの1/1000でしかない。これはまず聴こえないレベルといえる。

図4で下の方に雲みたいに描いたのが、私なりのノイズのイメージ。エキスパンダで小さくなっている。この効果は絶大で、一度使ったらコンパンドの無いディレイは作りたくない、と思うようになるだろう。SA571が入手不可でも、他にもコンパンド用の石はあるようだし、やる気になれば、かなり面倒だけどディスクリでも組める（その方が音は良いはず）。

● MIXER 2a & b INV II

MIXER2はディレイ音と原音をミクスしてコーラス効果を得るためのブロック。ビブラート効果だけならこのミキサは要らない。市販のビブラート/コーラスの機材では、原音を混ぜるかどうかだけのオンオフスイッチが付いているものもある。私も最初はそのつもりでいた。しかし基板バラックで遊んでいたところ、原音を混ぜる割合を変えると、なかなか面白い音が作れることを発見。これは生かすしかないでしょう。で、スイッチとVRの構成にした。

VRだけでもいいように思えるが、いやいやそうじゃないのだ。ビブラート音を聴きながら、瞬時に任意のレベルで原音を足せる機能があると、ビブラートとコーラスの関係が実感としてわかる。学習に役立つこんな面倒な機能は市販機では付いていない。

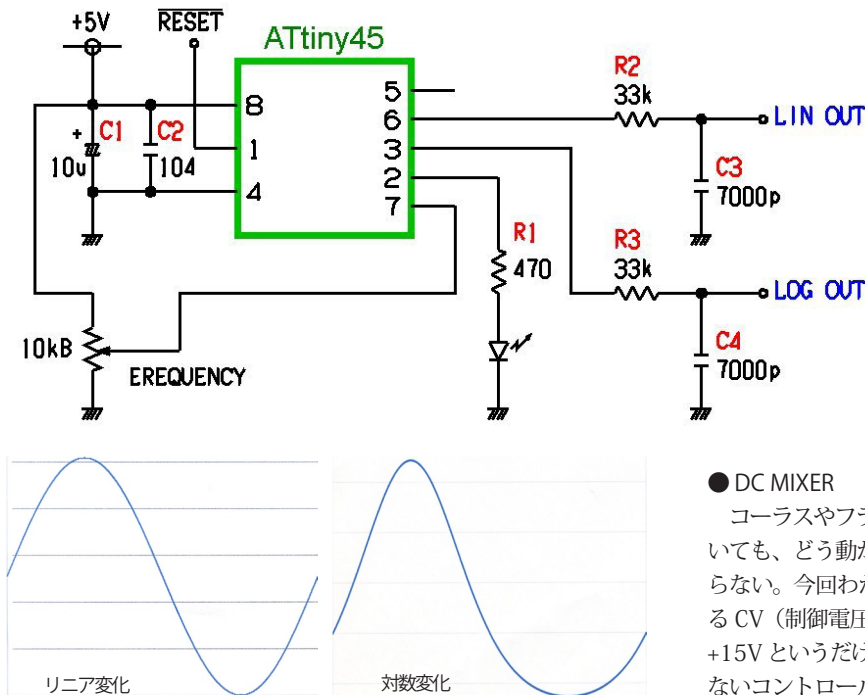
INV IIは単純にディレイ音の位相を逆にしてしている。これで2系統のディレイ音が作れ、それでステレオ出力にする。モノラル出力でいいなら、INV II以降のルートは不要。

● 出力レベルVRとBUF

VRから出力を直出しにするのは少々抵抗があった。このグレードの機械なら、やはり最後には送り出しバッファがほしい。出力インピーダンスが安定し、この後のケーブルでノイズを拾う可能性は低くなるし、卓にも安心してつなぎ込める。オペアンプの1個や2個増えたところで、問題はなからう、ということでBUFを設けた。ゲインは1（0dB）だから、FETカトランジスタの1石でも構わなかったのだが、毒を食らわば皿まで。

それより悩んだのがBUFの前のVR。二連にして両チャンネル同時に変えれば便利なのか、それともチャンネルごとに違う機材につながることもあるだろうから、別々に変える単連2個がいいのか？結論は単連2個。うちの在庫に、ローレットシャフトのAカーブ二連が存在しないことが判明したから。この機材作る最初の約束で、必ず手持ちパーツだけで作る、というのがあった。買っちゃいけないのだ。それなら有り余っている10kAを2個使うしかない。結論に自分でも納得した。

図5 デジタル LFO の IC



● LFO

BBD が死蔵されているのと、Chuck さんから、いきなり対数変化するサイン波の出る LFO 用チップをいただいたことが、この機械を作る動機になったと最初に書いた。いただいた IC の、いわばティピカルアプリケーションが図5。マイコン石にプログラムを焼きこんだもので、サイン波のテーブルを持たせて、それを可変スピードで読んでいくことくらいしか私にはわからない。まさに魔法だ。

リニア変化の、つまり普通のサイン波と、対数変化のサイン波が同時に得られる。これが欲しかったんだ！ 普通の方法で対数変化のサイン波を得るには、アンチログ回路を組んで電流モードで考えねばならず、精度やらなんやら、神経が無駄にすり減った。この IC で、何も考えずにユレ物を作る。万歳！

みなさんには手に入らない IC を説明しても意味ないかもしれない。でも、図5の能書きを少々。マイコンだけに電源は +5V の単一。78L05 を使えば問題はない。1 番ピンの RESET とは、この端子をアースに落とすと出力は停止し、アースから浮かせると波形の始まり（位相角 0 度）から再スタートする。この機能は今回使っていない。LED は LFO スピードの監視用。R2 と C3、R3 と C4 はそれぞれ簡単な LPF で、PAM で出てくる LFO 信号のクロック成分を除去するもの。動作クロック周波数は、聞いたのだけれど忘れてしまった。でも充分に高いので、R・C ともかなりいい加減で構わない。私は C に 103 程度を使うことにした。

IC から出てくる信号は 0-5V の振幅で、さすがにデジタル、文句無く安定している。ただ、石の出力インピーダンスが高いため、ボルテージフォロワなどのバッファで受ける必要がある。直流回路だから高度なオペアンプは不要。741 クラスでもオツリがくる。

Chuck さんはシンセやエフェクタを設計しているから、発振周波数レンジなど、こちらからリクエストすることもなく、とても使いやすい石に仕上げてくれた。私の経験の中で、最初にオペアンプと出会ったときくらい、この IC には感動した。製品化しても売れるよね、これ。

● DC MIXER

コーラスやフランジヤでは、BBD クロックを動かすのはわかっていても、どう動かせばどんな効果になるのか、やってみないとわからない。今回わかっているのは、クロック発生用の VCO に加えられる CV（制御電圧）が CMOS の電源電圧までで、CV の範囲は 0 ~ +15V というだけ。CV をやたらとワイドレンジに設計すると、使えないコントロール範囲が広く、使える範囲が狭くなってしまふ。と、いって、何の手がかりもないので、設計当初はアテ勘で定数を入れておき、カットアンドトライ（叩き大工）で決めることにした。

DC MIXER は、LFO の信号と、いわゆるマニュアルの電圧を加えることが最大の機能。それぞれ任意の割合で加えられるようにする。さらに、合成された電圧を、いわば MASTER のような VR で適度に減衰させて VCO に送る、そんな回路にしてみた。これが正しいとも適切とも思えないのだが、一度やってみたかったので実行。市販のユレ物機では違う構成になっている。LFO 出力電圧とマニュアル電圧を、MASTER ではなくバランスのような VR で合成している。そうすれば VCO に加わる電圧が規定の範囲を逸脱しなくなり、ユーザーにも使いやすい。しかしどうせ趣味で作るのだ。冒険でも外道でもやってみよう。しかも、マイナス電圧が出るかもしれない危険な二電源回路で。

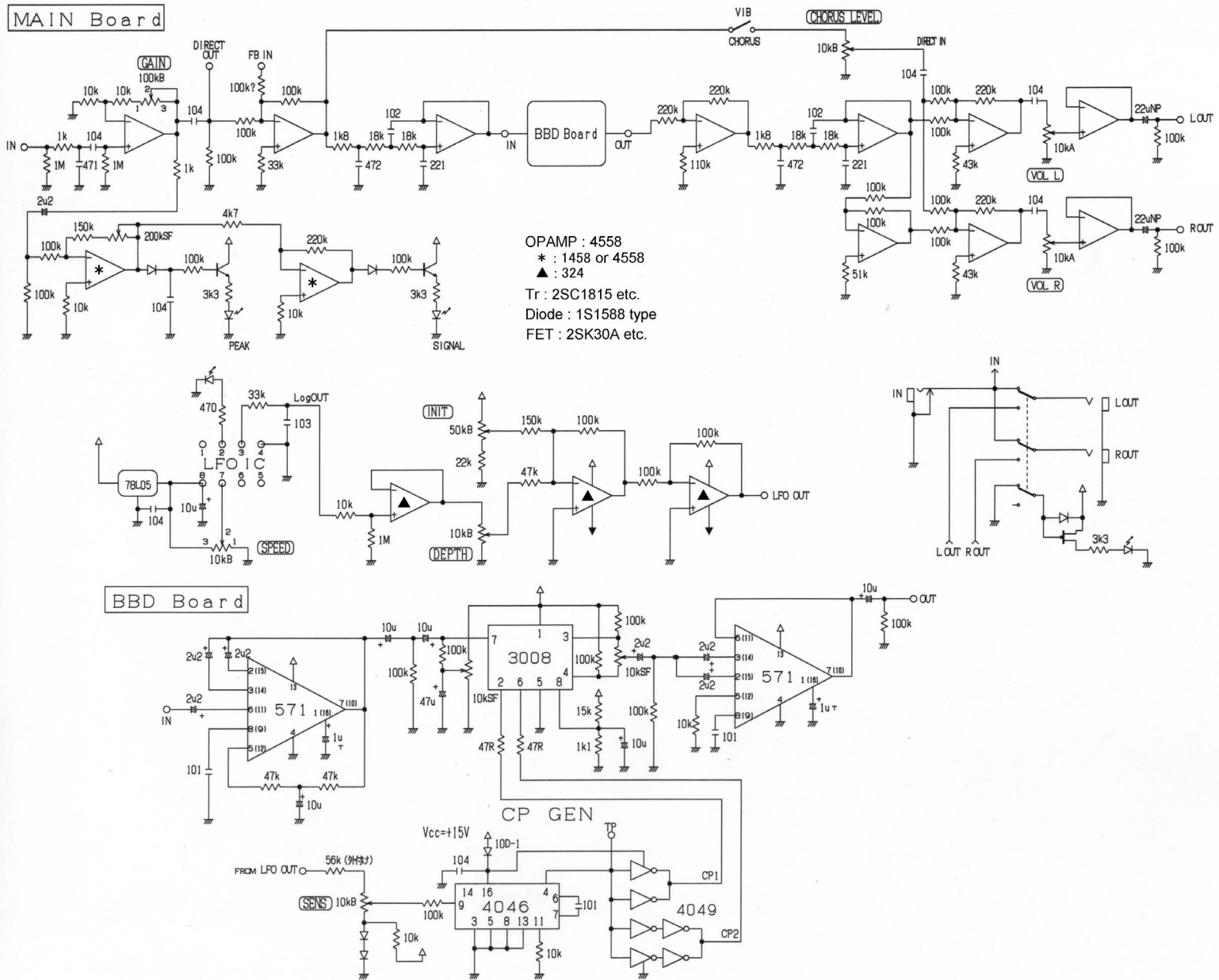
● VCO

4046 という PLL 用の CMOS を発振回路に使う。グレッグ・アンダーソン師もフランジヤで使っている。4046 から出てくるクロックは単相だから、4049 で反転やバッファして二相にし、BBD に送る。回路図では「CP GEN」という部分がそう。先に見てもいいよ。

3101（低電圧版は 3102）ばかりが BBD ドライバではない。というより、内部が公開されていないだけ、私には使いにくい。特に VCO にするには資料が少なすぎる。それなら解剖図が公表されている 4046 の方がいい。

4046 の VCO は BBD にはちょうどよい程度に安定して動く。発振周波数は、私が試しただけでも 200Hz あたりから 1.5MHz 程度までいけた。面白がって、もっと上まで発振させる実験をしていたら、電源に入れてある電流計が冗談のような値を示しているのに気付いた。70mA！ ウソでしょ。4046 に触るとヤケドするほど熱い。実験は即中止。発振周波数を上げると電流が増え、4046 の定格を超える危険があるとわかった。いいところ 1MHz くらいが限度だろうか。それにしても恐ろしいので、CP GEN 回路の電源に入れているダイオードを 1S1588 から 10D-1 に変更した。

図6 ケース内全回路



■ 回 路 ■

コピー製作はできないけれど、いくらでもパクってくれていいのが上の図6。見えるかな？ もし見えなければ、少し大きな別ファイルにして公表します。

どこもかしこも保守的な設計なのができるだろう。奇抜なことはいしていないし、珍奇な回路は使っていない。最初に設計した基板で必ず作り上げると誓ったのでこうなる。守りに入ったわけだ。製作記事なら基板は作り直すのが当然だが、今回は違う。パターン変更も、彫刻等で切った張ったする程度しかできないとなれば、回路は旧式、パターン設計も冗長性を持たせたものになってくる。そういった制約も、やっていてかえて面白い。マゾか？

図6は概ね3段に分けて描いている。上の段は信号経路が中心。中段はデジタルLFOとCVのMIXER(DC MIXER)。下段はコンパンドとBBD、それにVCOの部分だ。実際の基板も回路図のよう

に分かれている。上の2段が大きいボード、MAIN BOARDに載り、下段は小さい方の基板(BBD BOARD)に載る。基板を2枚に分けたのは、BBDのクロックを信号系から離れたかったのが最大の理由。もっと遠大な妄想では、いつの日かBBD BOARDだけ入れ替えればフェーザにもフランジャにもなるでしょ、というのもあった。妄想とはそういうものだ。

中段のデジタルLFO回路は、そこそこ電流を大喰らいするけれど、アナログのLFO発振器と違って、発振周波数で電源を揺らすことはない。信号系の基板に同居させても問題は起きない(これも素晴らしいところ)。デジタルっていいね。フルデジタルのD級アンプなどには多少の違和感があるが、今回のように特定機能のデジタルデバイスがアナログ回路に入るなら、まったく抵抗はないし、アナログ回路の可能性は大きく向上すると思う。要は、何でもかんでも

デジタルで始末しようとするから気に入らないのだし、逆に無意味にアナログにしがみついても馬鹿げている、ということなんだと思う。私の場合、しがみついているのではなく、これしか出来ないから選択の余地無くやってるまで。

ところで、VCO回路（CP GEN）の入り口あたりの回路と定数が意味不明かもしれない。私も計算や解析はしていない。出たところ勝負の叩き大工で、こんな定数に収まっただけ。VCOに加えるCVが0Vに近くなると発振周波数が極端に低くなったり発振停止するかも知れないと考え、ダイオード2本で電圧を吊り上げる細工を基板パターンでも用意していたのは役に立った。何かを予見していたのはそのくらいのもので、その他は行き当たりばったり。しかし「想定外」は無かった。

■ 基板など ■

ICが手に入らなければ基板パターンなど出しても使えないのはわかっている。でも、もしかすると何かの役に立つかもしれないし、出しても迷惑する人はいないと思うので、データだけは公表しよう。パターンは原寸。完成時のものだから、すでに切った張ったは済んでいて、回路図と同じになっている。なお、大きな方の基板は設計に3日、小さい方は1日で描いた（こういう定食型の回路なら、パターンは簡単なのだ）。

右の写真はパターン図と一部違っている。切った張ったの前、とりえずパーツを全部付けたときに撮ったものだから。さて、どこどこが変更されているのでしょうか？ 正解しても賞品はありません。

基板の最大サイズには制限があった。というのは、ケースに昔なつかしい共立のKU190-Lを使うと決めていたからだ。既にGoogleで型番を検索しても、何も引っかからないから悲しい。どうしてこんなに良質のケースがなくなってしまったのだろうか？ パネル材は1ミリのアルミだが、底板は鉄板で、とても安定感がある。ver.1のプリセットボリュームでも使った。好きなケースのひとつだ。ディスコンの噂を聞いたとき、ラジデパのエスエスにあった店頭品を全部買ったのを使う（まだあるぜえ…）。

KU190を使ってパネル左右中央にフットスイッチを付けるとすれば、右の大きい方の基板がほぼ最大サイズになる。パターンを描くとき好き勝手に描くと、やたらと細長い形になったりする。サイズの制約があった方がスマートなパターンを描けるような気がする。

小さい方、つまりBBDとVCO、それにコンパンドが載る基板は、MN3008（または3005）と571が手元にある人には使えるかもしれない。ビブラートマシンの心臓部としてそのまま使用可。また、この基板は+15Vだけで動き、マイナス電源は不要だから、単一電源のマシンでも大丈夫だ。……と書いて、ちょっと調べたら松下さんのBBDで低電圧動作シリーズにMN3208、3205というものがあることがわかった。これなら+9V単一電源でもいける。571もCMOSも9VでOK。パターンはこのまま使える。私、3208、3205は見たことないけどね。老婆心から書いておくと、入手しやすい3207、3208は8pinDIPだからパターンを変えなければ使えない。

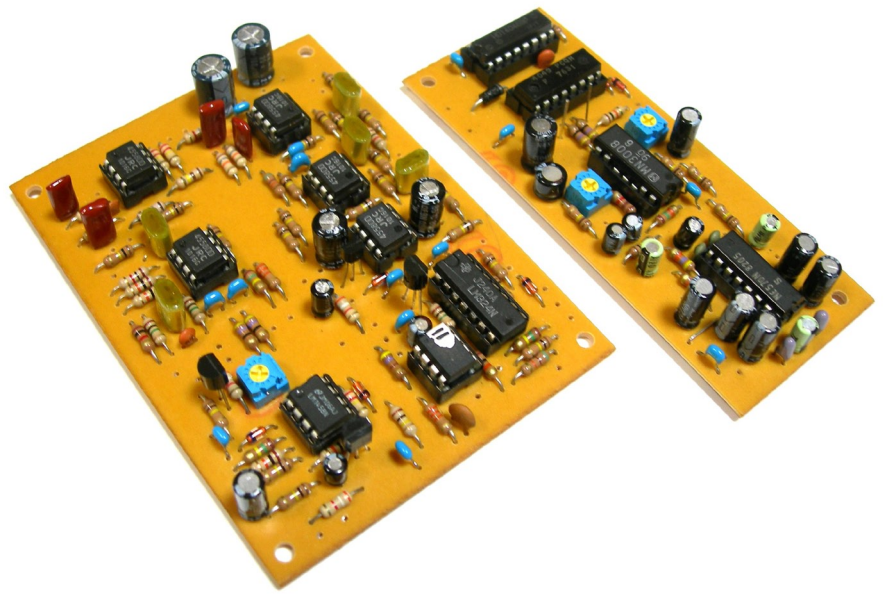
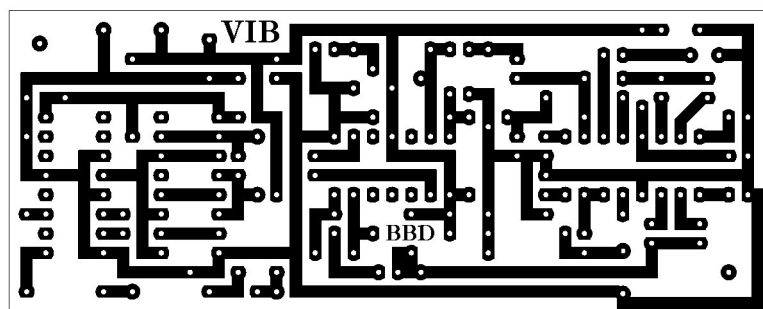
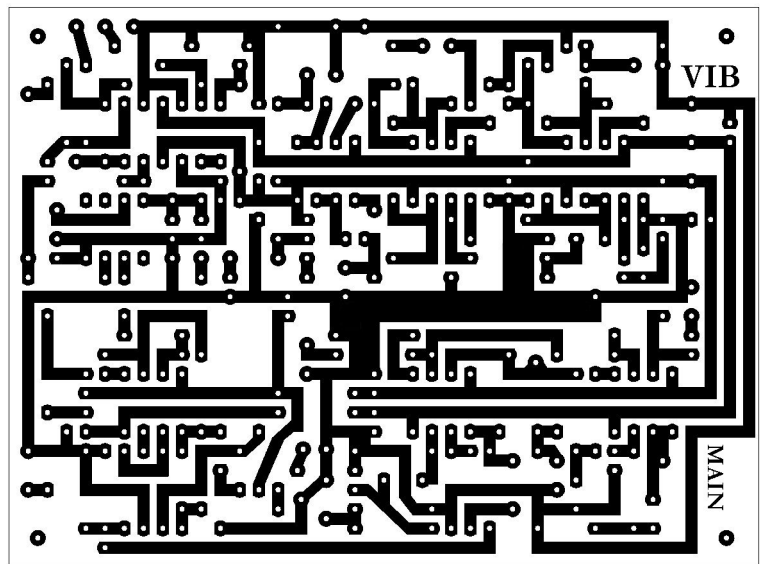


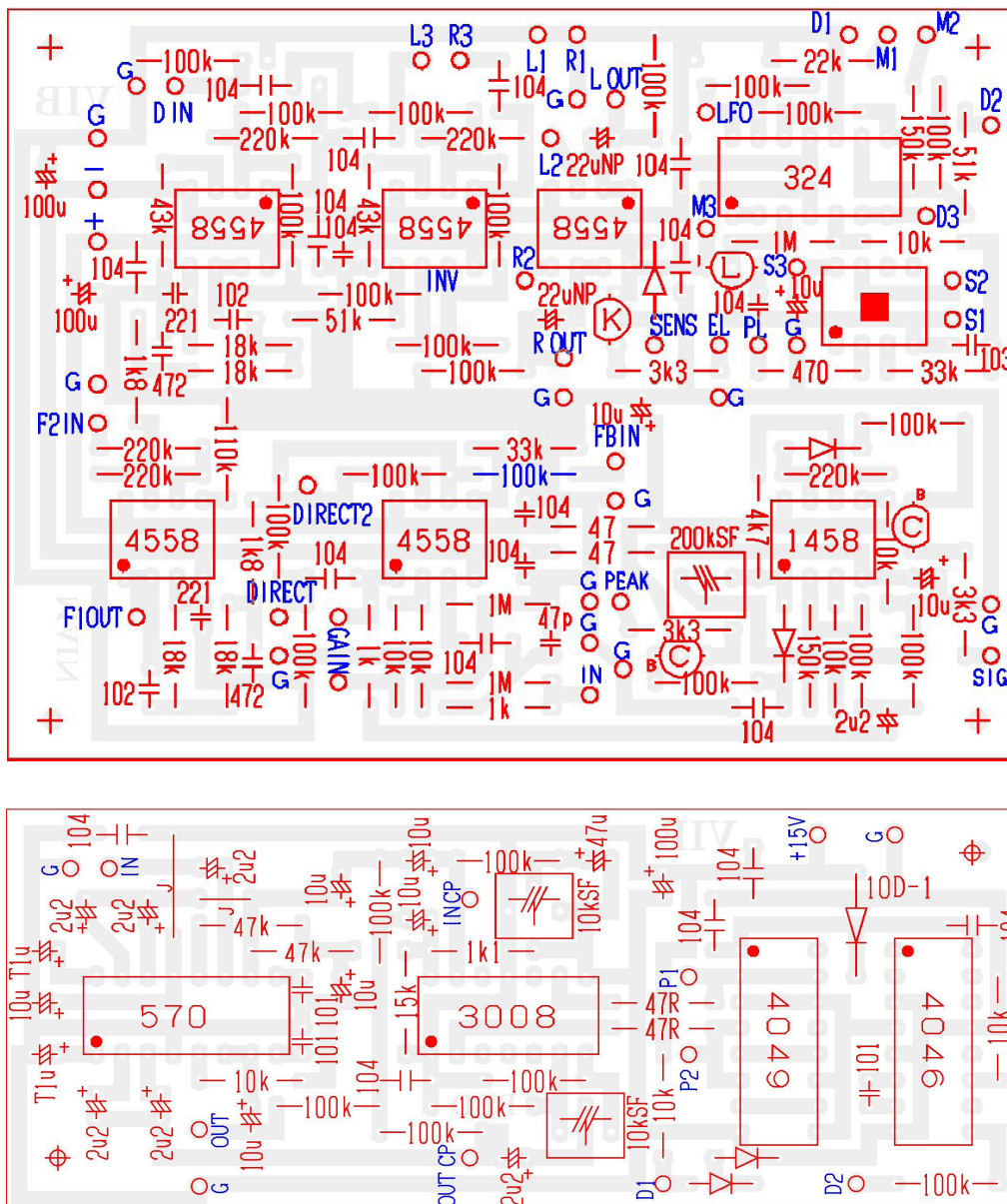
図7 基板パターン



MAIN BOARD : 3.9 × 2.9 インチ (99 ミリ × 74 ミリ)

BBD BOARD : 3.95 × 1.55 インチ (100.5 ミリ × 40 ミリ)

図 8 パーツレイアウト



パターンを出したからにはパーツレイアウトも出さねばなるまい。何の参考にもならないだろうけど、PDFなので紙は消費しないからヨシとしよう。(というほど環境主義者でないのはご存知の通り)

下の、小さい方の基板で570となっている場所には、実際には571が差さっている。どちらでも同じだ。また、4049の代わりに4069も、そのまま差し換え可能。

4046のPLL石は、最近あまり見ない。ディスコンの噂もあり、売っている店も少ない。というか、4000シリーズ全体が「古い」と評価されているようだ。しかし「古い」=「要らない」ではない。少なくとも私には必要。35mmフィルムと同じに。

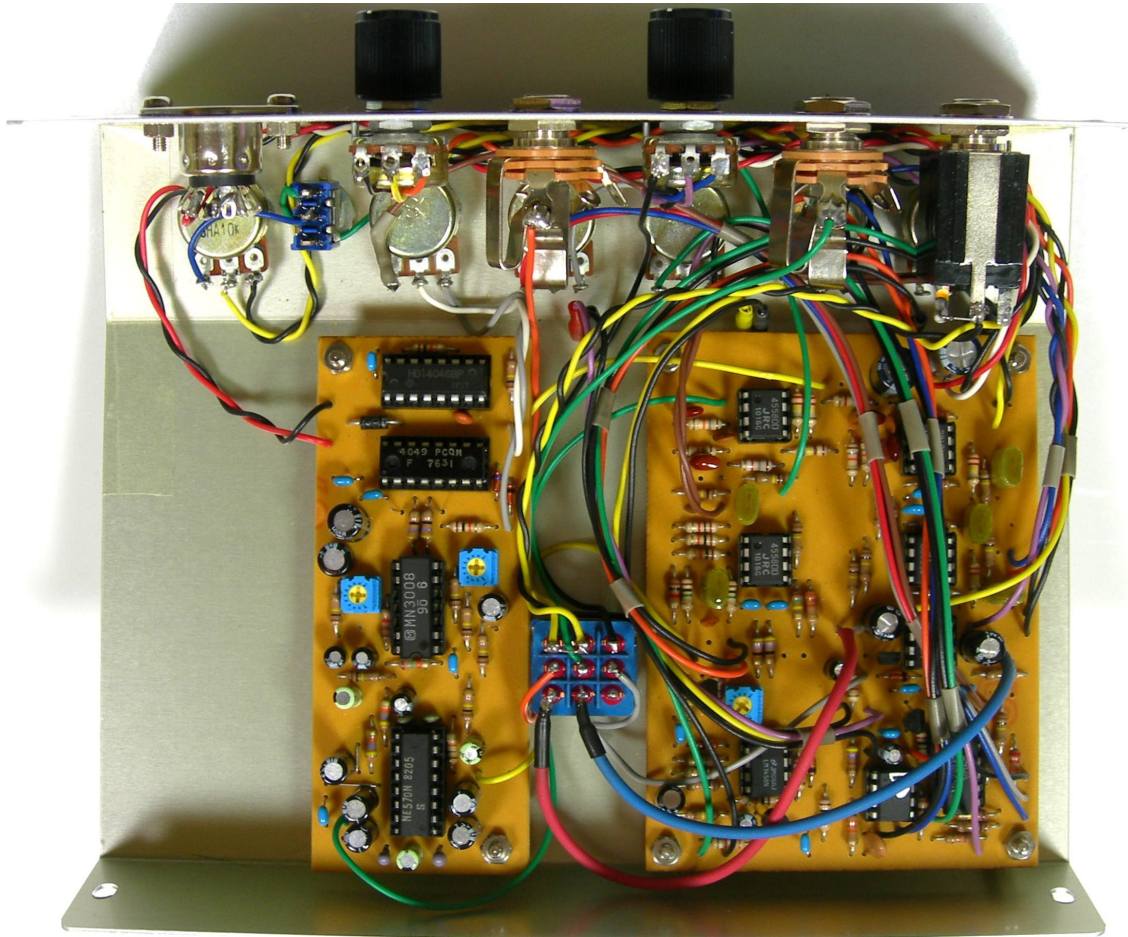
BBDの3008は14pinとして描いてある。実物を見たことのある人ならわかるだろうが、これは変態8pin。サイズは14pinで、手足に当たるそれぞれ4ピンはあるが、腹の部分のピン6本が最初から無い。紙やすりの上で匍匐前進した毛虫？3005も同じだ。今作ればマスクを小さくできるだろうから、4096段の3005でも8pinサイズに納まるだろうが。

上の大きな基板では、型番部分を■にしたICがある。図5で紹介した特製デジタルLFOの石。その隣の324は、今回は±15Vで動かしているため、2902に差し換えはできない(2902の最大定格は±13Vなので)。

1458は、もちろん4558等に差し換え可能。LEDレベル表示のドライバだから、ここは何でもいい。

万々がコピーしたいなどと思う人は(いないと思うけど)、LFO石のスペースをズッポリ抜いて、別基板にLFOとアンチログ、電流→電圧変換を組めば同じ機能になる。やってできないことはない。でも私はやりたくない。面倒だからだ。

いつもの製作記事では、この後に基板の動作チェックと結線図が来る。今回は要らないよね。無理やりコピーする人ならチェック方法はわかるはずだし、回路からパターンを追えば、基板穴と外付けパーツの関係はわかるはず。製作記事で一番面倒なのが結線図、今回は描かなくて済む。いいね、製作レポートは。



■ 配線など ■

配線はかなりゴチャゴチャしている。内部の様子でわかるだろう。これでもかなり整理した引き回しにしている。なにしろ配線が多いのだ。終わったときには、もう二度とこの機材は作るまいと思った。一応はメンテも考えていて、基板は両方とも、写真でいえば上方に跳ね上げられ、基板裏を簡単に出来る。

入力ジャックが箱型、出力がオープンなのは手近にあったから。今回のお約束、押し入れの中まで探さない、を忠実に守った結果こうなった。久しぶりにオープンタイプを使ってみて、感触の良さを再認識。抜き差し時のクリック感は箱形より数段良い。ハンダ付け端子が大きくて、大きなコテを持ち出さなければならないのが欠点だけど。

電源端子には DIN 5ピン。ver.3のマイクアンプと同じで、ピン配置も共通。ただし、こちらは二電源だしファンタムは無いから、マイクアンプでは空いていたピンにマイナス電圧を割り当てている。間違っって差すと怖い。私は自分を信じていない。

自作の実験電源(±15V、0.5A)につないでみる。プラス/マイナスとも70mA以下であれ、と願いつつ……願うと大体叶わない。マイナス側はOKだが、プラス側は簡単にオーバーしてしまった。これから作る外部電源には100mAクラスのトランス、HTW1501では間に合わないとわかった。えーと、手持ちにHTW1502はあったっけ？何も買わないと誓ったので、引き出しを探すしかない。

入力に1kHzサイン波を入れ、オシロをBBD出力につないで、ついでに周波数カウンタをBBDクロックにつないでおく。基板単体で

一応の調整はしておいたが、もう一度BBDバイアスとBBDの出力バランスをセットする。これが最後だから気合を入れて合わせ込んだ。

クロック周波数は目算通り20kHzから100kHzあたりで変化した。実際は上下とも少しオーバーしているけど、まあいいか。ちゃんと音になるなら数字は気にしない。

出音は？ビブラートは妄想が実現されている。思い切りヘン。音程が大きく揺れまくり、原音の周波数はわからない。入力をオシレータからギターに変えると、これ、もはや音楽用エフェクタではない。どこが本当の音程か、皆目わからなくなっている。いいですねえ。しかも音程の上下がごく自然でとてもなめらかだ。デジタルLFOの対数出力のおかげ。Chuckさん、これ、量産しようよ！

一方、真面目なエフェクトのコーラスも、これまで聴いた中では一番「上品」といえる。原音を加算する割合を自由にできるので、コーラスにも様々なバリエーションが得られる。本機のコーラスは添え物ではない。この単機能でも充分「1台」になる。

そして何よりノイズが少ない、漏れクロックも聴こえない。コンパンダとフィルタの効果だ。LFOからの「揺れ」が漏れ出さないので気持ちいい。まあ成功と言っていいだろう。

唯一の問題は、ステレオ出力をヘッドフォンで聴くと、予想通り原音が中央に定位し、エフェクト音が左右に分離する。回路の構成上、致し方ない現象だ。やはりステレオ時には卓に立ち上げた方がよさそう。モノラルで使うなら問題はまったくないけど。

■ 少し科学的に ■

BBD クロックはどんな回路で作ってもいい。最終的に望みの周波数範囲を出せればいい……のだが、今回の機材では、あまりに叩き大工だった。結果さえ出ればオーライとしても、ちょっとばかり反省。反省しただけで終わればサルになるらしいので、遅まきながら実験・測定をして「定量的」なデータを出してみた。

回路は、基本的には今回の CP GEN と同じ。CV の入力部分だけ、わかりやすいものに変えた。電源は +15V。

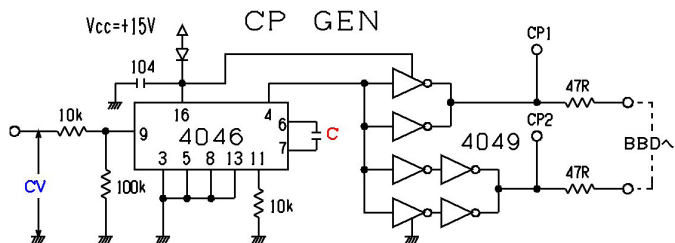
BBD クロックの範囲は、一般には 10kHz ~ 100kHz。段数が少ない品種では上限 200kHz までいける。

右図のように、発振周波数を決める「C」を変えながら、各周波数を得るための CV を測ってみた。

C=330p では、CV=1.45V で 10kHz になる。2.95V で、ふつうの BBD クロックの上限 100kHz、5.0V だと MN3008 などの上限の 200kHz だ。これは低電圧動作の MN3207、3208（見たことないが、カタログ上は存在する）を 5V ~ 9V で動かすときに向いている。

C=470p にすると、同じ CV で得られる周波数は当然低くなる。といって、あまり大きな変化はない。特に低い周波数では 330p のときとほぼ同じ。高い方だと少し変わる。C=470p は、かなり使い途があると思う。0-5V 変化の CV に 1.5V 下駄を履かせると、ちょうど 10kHz-200kHz の範囲をカバーするのだ。シンセをやってる人にはこの設定が最高だろう。図にはないが、CV=6.5V のとき、クロック周波数は 209kHz。この程度の逸脱は許される（MN3006 で実験して OK）。

C=1000p は、あまり高いところまでクロックを振りたくない



CV vs f _{cp}	C=330p	C=470p	C=1000p
CP=10kHz	1.45V	1.5V	1.8V
CP=20kHz	1.6V	1.7V	2.25V
CP=100kHz	2.95V	3.55V	7.08V
CP=200kHz	5.0V	6.45V	14.3V(190kHz)

きの設定に向いている。CV を電源電圧（といっても、ダイオードで下げているので 14.3V）まで上げてても 190kHz にしかならない。逆にクロック 10kHz のときに 1.8V だから、掟破りのクロック 5kHz なんていうときには便利だろう。もちろん低い方は各自で実験して決めてね。

全体の電源電圧を下げた実験はしていない。しかし、CMOS は 3V から動く。そして発振周波数は、理論的には電源電圧には依存せず、CV と C だけで決まる。上の表は、電源電圧がどうであれ使えるはずだ。まあ、一応実験してから定数を決め直すべきだとは思う。

この実験に使ったコンデンサはセラミック。当然誤差がある。諸君の回路で些細に違った結果が出て、文句のメールなどくださるぬように。

■ 電源を作る ■

古式豊かに ±15V でオペアンプ回路を動かすのは、最近まったく流行らない。消費電流は増える、トランスはデカイ、なにより電池では使いにくい。しかし私は ±15V のノビノビした感じが好きなのだ。電池仕様のエフェクタばかり作ってきた反動だろうなあ。

今回作った電源は、そんなノビノビ回路のためのもの。もちろん AC100V がソース。以前、AC 仕様の電源製作記事を書いたら「この電源は感電して危険ですか？」と質問が来た。そりゃ、感電すれば危険は皆無とはいえないし、100V だったら死ぬこともある。要は、感電しないように作業し、感電しないように正しく作り、使えればいいのだ。

また、別の質問には「電池では感電しないのに、どうして 100V だと感電するの？」というのもあった。いや、電池でも人間は感電する。それを感じるかどうかだ。もっと言えば実害があるか無いかなのだろう。試しに 006P 電池の電極を + と - 同時に舐めてみればわかる（覚悟してやること。補償はしない）。9V の「味」がする。舌が濡れて抵抗が小さく、大きな電流が流れるから感じるわけだ。

感電で実害が出るかどうかは、一般に電圧ではなく電力で決まる。いくら電圧が高くても流れる電流が極端に小さければ、感電しても感じないか実害はない。100 万 V でもパワーが小さければ平気なはずだけど、命が惜しいので実験はしない。

今回の電源は BBD シリーズ汎用にするつもりだ。シリーズ？ はい、この VIB CHORUS を含めて、小型エフェクタを 3 機種、ラックタイプを 1 機種作る予定でいる。ラック仕様は電源内蔵にして、その

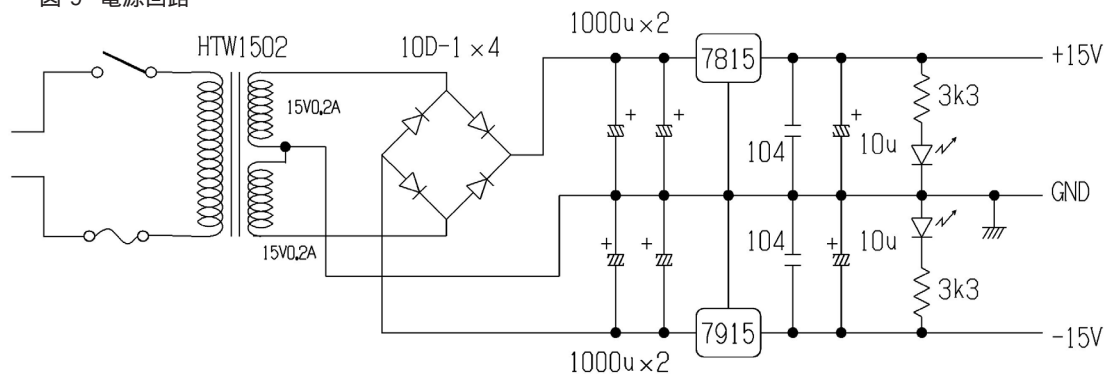


他の電源にはこれを使う。といっても特別な仕組みは無く、ただの ±15V 電源。みなさんも 1 台作っておけば、いずれ便利に使えるだろう。だから以下、ちょっと製作記事モードで。

回路はごくシンプルに図 9。三端子レギュレータで安定化するだけ。私のいつもの回路と違うのは、整流素子に W02 ではなくダイオード 4 本を使っていることくらい。これは、手持ちに 10D-1 だか 1N4007 だか、型番不明の整流用ダイオードが佃煮にするくらいあるからで（500 本以上ある。どうしてこんなに買ったんだろう？）少しでも消費するためだ。

出力端子は ver.3 のマイクアンプ電源と同じ DIN5pin を使った。自分の製作物なので、仮にマイクアンプに間違っつないでも大事

図9 電源回路



故には至らないよう、ピン配置は考えている。みなさんも両方の電源を作るなら、間違っただけでも、どこも壊れないようにしていただきたい。違うコネクタにすればもっと安全。

トランスは、今はなき KIKUCHI 製。このメーカーを扱っていた山菊ポータブルのおじさんには、トランスの知識をいろいろ教えてもらった。ラジデパ1階の小さなお店で、礼儀正しく訊けば何でも教えてくれた。もうないなあ、そういうお店。秋月や千石のニーマンたちもいいけど、戦後、ガードの脇にゴザ敷いて商売始めたおじさんたちには、それなりの知識・経験・威厳があった。秋葉原は、単にパーツの仕入れ場所だけではなく。そりゃ、難しい理論はダメだけど、実用知識とか、「実際」の話とか、役に立つ話をどこの店でも聞いた。魂の故郷ともいえる秋葉原。それが今じゃ、、、。

で、このトランスはトヨデンの HTW1502 とサイズも性能もまったく同じ。コピーする人はトヨデンで OK。電流が 70mA でもいいなら HTW1501 を選ぼう。100mA のトランスから 70mA しか取り出せない理由は ver.3 参照 (第3章)

ケースは理想的の SB-1。トランスが魔法のようにピッタリ入る。SB-1 も手持ちにあったから使ったまで。買うならタカチの方が安いかもしれない。と言って、私はタカチの回し者ではない。安くてどこでも手に入るから、いつもタカチを選んでる。これだけたくさん使ったのだから賞状くらいもらってもいい気はするが、特に欲しいわけでもない。

ちょっと回路の説明をしておこう。平滑コンデンサは 1000u が片側 2 本ずつで、合計 2000u。これも手持ちの関係だ。2200 か 3300 が 1 本でもいい。耐圧は 35V を推奨する。ただ、このように 2 本のコンデンサにしておけば、仮に片方の容量が抜けても半分は助かる、みたいに考えることもできる。しかしこれは旅客機には四発が良いか双発でも構わないか、と同じで、落ちるときには落ちる。コンデンサ自体、エンジン自体の性能による。

三端子は 7815 と 7915 で、ごくフツウの選択。トランスが複巻線なので 7815 を 2 個使う手(ver.3 第3章の最後の表)も考えたが、これは却下。BBD 回路ではプラス側の電源の方に電流は多く流れる。BBD もコンパンドも +15V 単一電源だから、そっちが多くなって当たり前。もし 7815 を 2 個使って、トランスの片方の巻線をプラス電源担当、もう片方をマイナス電源にすると、2 個の巻線に流れる電流がアンバランスになり、最悪の場合、片方だけ熱くなる可能性もある。あまり気持ち良くない。で、両方に電流が均等に流れる方法を選んだ。

ただし、この方法にも弱点があって、7815、7915 とも電圧が低く出る傾向があり、たとえば +14.8V と -15.2V のようになる。トラッキングが取りにくいのだ。オペアンプの電源では、正負の絶対値電圧が多少違っててもどーってことないから、あまり気にすることはな

い。絶対値を同じにしたい場合には、同ロットの 7815 を 2 本使えば、トラッキングはかなり良くなる。電源には結構小技があるのだ。

三端子の後の発振止めコンデンサは正負とも同じにした方がいい。7815 だけなら 104 を 1 個入れれば済む。7915 には電解を咬ませておくべき。結果として、正負両方とも 104 と 10u のパラになった。この発振止めは、特に電源から引き出すケーブルが長いときに効いてくる。電源ケーブルが持つコンデンサの要素が大きくなると三端子 (7915) は発振しやすい。普通なら 10u も入れておけば大丈夫だろう。それでも発振したら、まずケーブルを外してみよう。それでも発振しているようなら、原因は別にある。

ケーブルが原因で発振したとしても、10u をむやみに大きくしてはいけない。これならどうだっ！と言わんばかりに 1000u など入れてはいけない。電源オフ後に電圧が残り、そこから電流が三端子に逆流して壊してしまう。(どうしてもやりたければ、三端子の IN と OUT の間に保護ダイオードを入れる)。ケーブルが原因なら、ケーブルを換えたり、電源の置き場を変えてケーブルを短くすべきだ。それが正しい解決法になる。コンデンサに頼ってはいけない。

機材に組み込む電源なら、ケーブルがやたらと長くなる心配はないから、ここは 1u でもいける。つまり、どのようにして使う電源かによって、回路構成や定数は変わってくる、のだが、あまり気にすることはない。まずは正しく動く電源を作ることだ。

LED はパワーオン表示ではなく(そうでもあるけれど)正負の電圧が出ているかどうかを示すもの。だから 2 個付ける。電流制限抵抗はどちらも 3k3。電流は約 4mA 流れて、ギラギラではないがそこそこ明るく点灯する。何かの拍子で電圧低下すれば LED は暗くなるから、一瞬見ればヤバッ！とわかる。

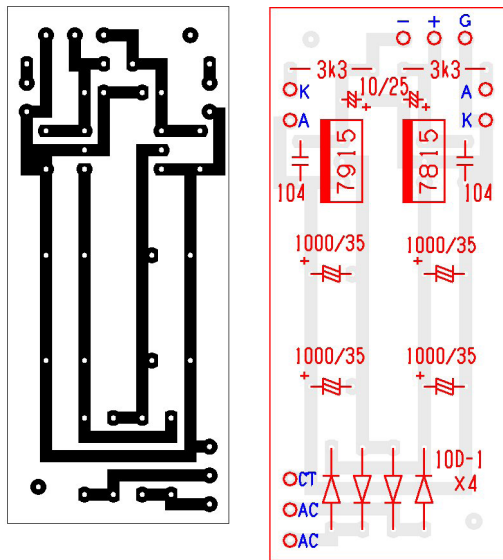
基板パターンとパーツレイアウトは次ページの図 10。パターンは原寸で 1.15 × 2.7 インチ (29.2 × 68.6 ミリ)。リクエストがあれば原寸の JPG をどこかに上げます。

図 10 は CAD で描いたので線の太さはいい加減。できればパターンはなるべく太く、そして隣と接触しないように描きたい。音の回路と違って大電流が流れることを忘れずに。

電解の極性を間違えると悲惨なことになる。液漏れ、変形、破裂、等々、軽くても電解は壊れる。三端子も逆差しすれば壊れる。レイアウト図で太い線で描いてあるのが背面の板。つまり、7815、7915 とも、型番の面が図の右を向くのが正解。

電流をフル (120mA 以上) 出力し続けるなら、本当は三端子に放熱器を付ける方がいい。かなり熱くなってくれるからだ。方法は、まず三端子に背面がコーティングしてある品種 (NJM7815FA、7915FA など) を選び、基板に立てるのではなく、ケースの板に背面をビス止めすれば OK。接触面にシリコングリスを塗ればもっといい。もちろん足には基板から配線する。

図 10 電源基板パターンとパーツレイアウト



今回は製作記事ではないのでケース加工図は出さない（というか作っていない）。結線図も載せる予定はなかったけれど、もしかするとコピーする読者もいるかと思い、これは描いた。図 11 でわかるだろう。トランスの止めビスに落とすアースは、今回はトランス二次側で 0V 端子をショートしたところから取っている。本当は平滑コンデンサをアースした場所から取るのが良いのだが、基板裏から線が生えるのも、どうもね。その他、描いていない部分は ver.3 の電源製作に準じる。そちらを参照のこと。

今回は製作レポート。電源だけは汎用性があるって、市販パーツで製作可能なので、気分は製作記事にしてみた。本にならない製作物は無償配布するのだ。こういう地道な活動を続けていけば、いずれは文化功労章でももらえるのだろうか？ くれるといってももらう気はないが、気の弱い文部大臣が卒倒でもしたら国政に影響するからもらってやってもいい、って言えるならもらってやってもいい。（小説は暗そうなので読んでない。でもあの人、好きです）

BBD シリーズ、既にこれ以外の 1 台が完成している。19 インチラックケースのエコーで、究極の浪費を目指したアホなマシン。なにしろ MN3005 を 4 個使っている。これだけでもコピーする気は萎えようというもの。これまでのアナログエコーでは得られなかったエフェクトを発生するが、コストに見合っているかどうかは、まったく考えていない。

あとの 2 台は製作途中。基板は動いている。あまりにチープな結果でなければ発表することになるだろう。有償での発表が前提の製作記事なら、ケースに入れる前に出音を確認するのだが、これは遊び。ケースに入れて細かいアジャストをしないと出音はわからない。だから面白い。

その 2 台、1 台はフランジャ、もう 1 台は多分コーラス的效果になるのではないかと予測している。波形ではそうなっている。番外地 2 丁目、まだ続きます。

電源部パーツリスト

- 三端子 7815 × 1、7915 × 1
- ダイオード 1N4007 etc. × 4
- LED 赤・緑 各 1
- 抵抗 (5%カーボン) 3.3k × 2
- コンデンサ
 - 積層セラミック 0.1 × 2
 - 電解 1000 μ 35V × 4、10 μ 25V × 2
- ケース アイデア SB-1 × 1
- トランス トヨデン HTW1502 × 1
- トグルスイッチ 3P or 2P × 1 (125V3A 以上のもの)
- 出力ジャック DIN5P × 1
- フューズホルダ&フューズ (1A) 各 1
- ACコード (プラグ付き) × 1
- ゴムブッシュ × 1
- スペーサ 3φ用 5ミリ × 2
- ビスナット 3M12 ミリ × 2、4M8 ミリ × 2
- タマゴラグ 4M × 1

パーツ代概算 3000 円



図 11 基板周り結線図

